

巨大な c/a 比を有する $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ 薄膜の作製と その結晶構造および電気的特性

Fabrication of $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ thin films with a giant c/a ratio and their crystal structures and electronic properties

東工大, °清水 啓佑, 北條 元, 東 正樹

Tokyo Tech, °Keisuke Shimizu, Hajime Hojo, and Masaki Azuma

E-mail: shimizu.k.ak@m.titech.ac.jp

【諸言】

BiFeO_3 (BFO)は非常に大きな自発分極($\sim 100 \mu\text{C}/\text{cm}^2$)を持つことから、非鉛強誘電/圧電材料として期待されている。しかしながら BFO の圧電応答は、現在広く使用されている $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT)を代表する鉛を含んだ圧電材料と比べて小さい。菱面体晶構造の BFO に正方晶構造の BiCoO_3 を固溶体させた $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ (BFCO)には、PZT と同様のモルフォトロピック相境界(MPB)が存在し、その付近の組成で単斜晶相が存在すること[1]、そしてその単斜晶相の分極方向が組成と温度変化により回転することも確認されていることから[2]、圧電特性の向上が期待できる。

近年、(001)面 (以降、擬立方表記) の LaAlO_3 (LAO)基板上に作製された BFO 薄膜が、巨大な c/a 比 (~ 1.26)を有する単斜晶構造となることが報告された[3]。この構造は MPB 組成における単斜晶 BFCO と類似した構造を持つ。そこで本研究では、(001)面 LAO 基板上に巨大な c/a 比を有する BFCO 薄膜を作製し、その結晶構造および電気的特性を調べた。

【実験方法】

パルスレーザー堆積法を用いて(001)面 LAO 基板に下部電極として $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$ (LSCO)を 15 nm 堆積させ、その上に BFCO 薄膜($x = 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.30$)を 50 nm 堆積させた。結晶性の評価および結晶構造解析に X 線回折(XRD)を、ドメイン構造の解析に圧電応答顕微鏡(PFM)を用いた。

【結果と考察】

Fig. 1 に面外 XRD 回折パターンを示す。これより、すべての BFCO 薄膜は c 軸配向のエピタキシャル成長していることがわかる。また、ピーク位置から見積もった面外格子定数の Co 置換量依存性を Fig. 2 に示す。この結果より $x = 0.15$ 以上で面外格子定数は大きく増大することがわかる。Fig. 3 に $x = 0.10$ および $x = 0.15$ の BFCO 薄膜の 103 近傍の逆格子マップ (RSM)測定の結果を示す。回折点は $x = 0.10$ 以下では 3 つに、 $x = 0.15$ 以上では 2 つに分裂していることが明らかとなった。このことは、単斜晶歪みの方向が $x = 0.15$ 以上で $[100]$ から $[110]$ 方向に変化したことを示している。当日は、PFM によるドメイン構造解析の結果、および電気的特性の測定結果を述べる予定である。

【参考文献】

- [1] M. Azuma *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **47**, 7579 (2008).
[2] K. Oka *et al.*, Angew. Chem. Int. Ed., **51**, 7977 (2012)
[3] R. J. Zeches *et al.*, Science, **326**, 977 (2009)

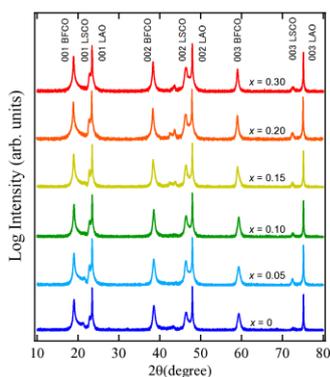


Fig. 1 X-ray diffraction patterns for BFCO thin films.

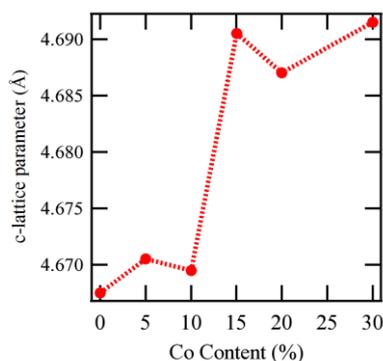


Fig. 2 Co content dependence of c-lattice parameter of BFCO thin films.

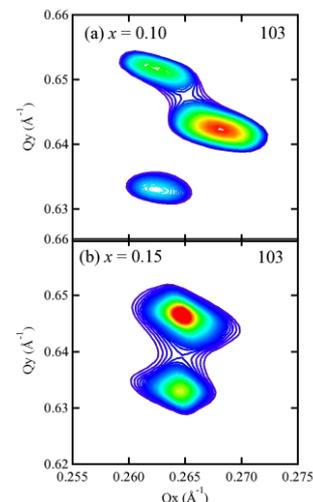


Fig. 3 RSMs around 103 reflections for (a) $x = 0.10$ and (b) $x = 0.15$ BFCO thin films.